

Implementación de software en la enseñanza de ingeniería: una experiencia en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Venado Tuerto - Argentina

Software implementation in the engineering teaching: an experience at the National Technological University Venado Tuerto Regional Faculty - Argentina

Germán Giraudó, Mara Papa, Beatriz Mancinelli, Lucas Clérico
Universidad Tecnológica Nacional

Leandro Prevosto
CONICET

E-mail: german.giraudó@hotmail.com; maraj.papa@gmail.com; beamancinelli@gmail.com;
luclerici@hotmail.com; prevosto@waycom.com.ar

Resumen

Este trabajo reporta resultados obtenidos en el marco de un proyecto de investigación de 3 años de duración (2016–2018), que tiene como objetivo general la aplicación del paquete de software SolidWorks® en el área de Mecánica, Calor y Fluidos y Electromagnetismo, de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. Se ha utilizado el modelo del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), para orientar a los docentes en la integración de estas tecnologías en las prácticas áulicas. Se ha realizado una selección y jerarquización de contenidos de los cursos de formación que fueron dictados a los docentes de las áreas mencionadas. A los fines de cuantificar la percepción de los docentes, se utilizó como instrumento de evaluación un cuestionario que tiene en consideración su motivación en esta nueva estrategia de enseñanza. La respuesta del alumnado ante la incorporación de software fue también preliminarmente evaluada.

Palabras clave: enseñanza de ingeniería; software de ingeniería; modelo TPACK.

Abstract

The results of a 3-year (2016-2018) research Project, on the application of the SolidWorks® software package in the areas of mechanics, heat and fluids and electromagnetism of the Electromechanical Engineering of the Venado Tuerto Regional Faculty of the National Technological University, Argentina, is reported. The model of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) has been used to guide professors in the integration of these technologies in classroom practices. A selection and ranking of contents of the courses that were dictated to the professors of the mentioned areas has been made. In order to quantify professors' perception, a questionnaire was used as an evaluation instrument that takes into account the motivation of them in this new teaching strategy. The student's response to the incorporation of software was also preliminarily evaluated.

Keywords: engineering teaching; engineering software; TPACK model.

Fecha de recepción: Septiembre 2018 • Aceptado: Diciembre 2018

Introducción

La tarea docente en el ámbito universitario requiere cada vez más del uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para lograr la motivación suficiente en los estudiantes, de modo que, junto con los contenidos adecuados, desarrollen las competencias profesionales requeridas (Cuartas, 2014; Marín Díaz, 2009; Cabero Almenara, 2015). El desafío en este contexto está en la habilidad del docente para integrar el uso de TIC en la experiencia áulica, de acuerdo con las posibilidades de cada escenario educativo.

Un modelo tecnológico-pedagógico que explica los conocimientos que el docente necesita poseer para efectuar dicha integración es el modelo TPACK (Koehler, 2007; Mishra, 2006), que se basa en las tres dimensiones del conocimiento (tecnológico, pedagógico y del contenido); así como también en sus interrelaciones. Según este modelo, un uso adecuado de la tecnología en la enseñanza requiere de una formación docente basada en las tres dimensiones del conocimiento, las cuales se sintetizan en saber planificar y aplicar una metodología efectiva para el uso de las TIC, apoyando estrategias y métodos pedagógicos en relación con una disciplina. La formación de docentes en la utilización de TIC, para su posterior incorporación en las prácticas áulicas, toma pues en este contexto una importancia primaria (Koehler, 2012; Kristen, 2012; Mishra, 2012).

Dentro de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina (UTN-FRVT), si bien se habían incorporado diferentes software de ingeniería dentro de las cátedras, no se habían implementado cursos de formación docente en la utilización de TIC. En este trabajo se reportan los resultados preliminares obtenidos en el marco de un proyecto de investigación de 3 años (2016-2018) homologado por UTN, que tiene como objetivo general la aplicación del paquete de software SolidWorks® en el área de Mecánica, Calor y Fluidos, en el ciclo superior de Ingeniería Electromecánica de UTN-FRVT. En particular, se ha utilizado el modelo TPACK para orientar a los docentes en la integración de estas tecnologías en las prácticas áulicas, adaptando el modelo curricular de las asignaturas. Se ha realizado una selección y jerarquización de contenidos y se han organizado cursos de formación, que fueron dictados a los docentes de las áreas mencionadas. Se ha utilizado como instrumento de evaluación un cuestionario que tiene en consideración la motivación e interés de los docentes en esta nueva estrategia de enseñanza. Además, se ha evaluado la respuesta de los alumnos de aquellos cursos en que se implementó recientemente el uso de software en la práctica áulica. La metodología empleada se describe en la Sección 2, mientras que los resultados obtenidos y su discusión se presentan en la Sección 3. Las conclusiones y recomendaciones se resumen en la Sección 4.

Metodología de implementación de software en el aula

La metodología empleada para la implementación de software de modelado y simulación en las prácticas áulicas, puede dividirse en los siguientes niveles:

Dictado de cursos de formación docente: acceso y adopción de la tecnología

El primer nivel de la metodología usada se basó en el diseño de cursos sobre nociones básicas de modelado físico y simulación numérica destinados a docentes de las áreas de mecánica calor

y fluidos en los niveles superiores de la Ingeniería Electromecánica de la FRVT. Las asignaturas alcanzadas en el proyecto fueron: Mecánica y Mecanismos, Termodinámica Técnica y Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas; pertenecientes las dos primeras al tercer nivel y, la tercera, al cuarto nivel de la especialidad. Estos cursos estuvieron a cargo de tutores que acompañaron a los docentes en su formación tecnológica dentro del modelo TPACK. En particular, los tutores expusieron un conjunto de elementos tecnológicos y pedagógicos que le permitieron a los docentes que participaron de la estrategia acceder a la tecnología, y desarrollar las habilidades pedagógicas y tecnológicas para implementar el recurso del software en las asignaturas dictadas; de acuerdo con los contenidos curriculares establecidos y a las competencias profesionales que se buscan obtener en los futuros egresados. Se ha utilizado el modelo TPACK para orientar a los docentes en la integración de estas tecnologías en las prácticas áulicas, adaptando el modelo curricular de las asignaturas. Se han seleccionado y jerarquizado contenidos; y se han organizado cursos de formación que fueron dictados a los docentes de las áreas mencionadas. Como software validado de ingeniería se empleó el paquete SolidWorks® (Solid Work Simulation Instructor Guide) con los módulos Flow Simulation® (en el área de mecánica de fluidos y calor), Motion® (en el área de mecánica del sólido), Simulation® (en el área de mecánica estructural) y Emworks EMS® (en el área de electromagnetismo aplicado). La capacitación de los docentes se llevó a cabo a través de tres cursos de nivel introductorio, a saber:

Curso 1: ‘Introducción a la Dinámica de Fluidos Computacional con SolidWorks Flow Simulation®’ (15 horas cátedra).

Curso 2: ‘Análisis de Movimientos con SolidWorks Motion®’ (15 horas cátedra).

Curso 3: ‘Análisis Estructural por Métodos de Elementos Finitos con SolidWorks Simulation®’ (15 horas cátedra).

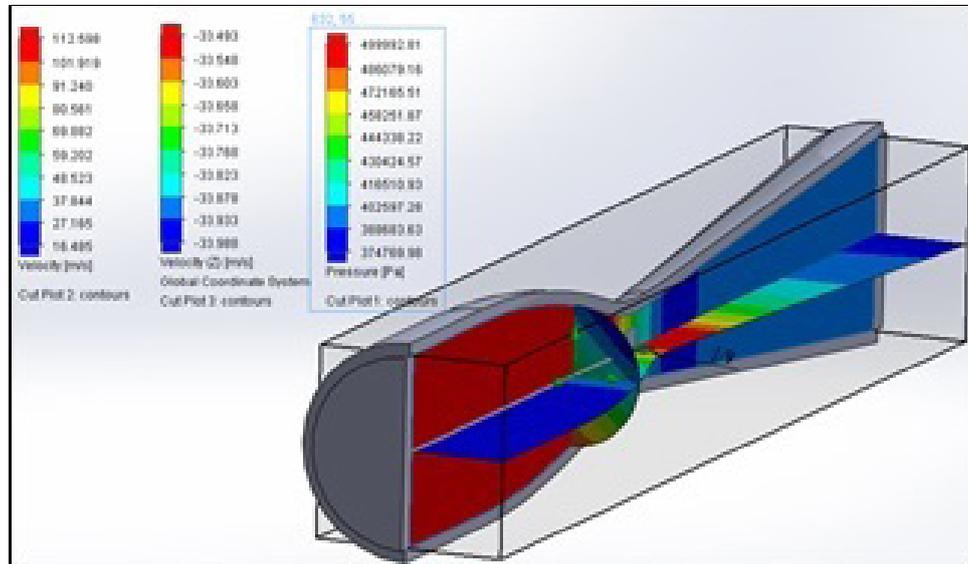
Curso 4: ‘Electromagnetismo por Métodos de Elementos Finitos con Emworks EMS®’ (15 horas cátedra).

Cada curso se dictó en cinco clases de tres horas cada una, y si bien estaba dirigido a los docentes a cargo de las asignaturas afines, se ofreció también a alumnos avanzados, graduados y docentes de otras áreas que demostraran interés en la aplicación de software de modelado numérico y simulación en ingeniería. Los tres cursos responden a la misma metodología.

A continuación, se detalla dicha metodología aplicada al primer curso. La primera clase se basó en la enseñanza de los principios básicos del software, desde la explicación del funcionamiento de un código de programación fluido-dinámica computacional (CFD), pasando por un repaso sobre las ecuaciones de gobierno, por las aplicaciones típicas y capacidades del programa, hasta la introducción de conceptos propios de cada estudio CFD como dominio computacional, condiciones iniciales y de contorno, mallado, análisis y visualización de resultados (Versteerg, 2007; Ferziger, 2002; Onwubolu, 2013). En la segunda clase, se simuló los efectos de entrada o embocadura que se producen en un flujo al ingresar en tubos de sección circular. En particular se estudiaron los efectos del régimen del fluido sobre la longitud de desarrollo del flujo. Los objetivos de la tercera clase fueron simular el pasaje de un flujo compresible a través de una tobera convergente-divergente (figura 1). En cuarta clase se simuló la transmisión de calor a través de un intercambiador de tubos concéntricos, mientras

que en la última clase del curso los objetivos fueron simular el efecto de un flujo externo sobre una estructura metálica.

Figura 1. Distribuciones de variables relevantes del flujo en una tobera convergente-divergente calculadas con el SolidWorks Flow Simulation®



Fuente: Elaboración propia

Aseguramiento de una plataforma tecnológica adecuada

El segundo nivel de la metodología empleada consistió en asegurar a los docentes que participaron de la estrategia el acceso a plataformas educativas adecuadas en donde los docentes puedan acceder a recursos tecnológicos educativos para la construcción de sus actividades en las prácticas áulicas. Para ello se compraron 10 actualizaciones de licencia del paquete de software SolidWork®, disponibles en gabinetes de computación equipados con PC de última generación. Además, se adquirió una WorkStation (Z420 Xeon® E5-1620v2 1T WIN 8.1P) para el procesamiento de cálculos con alto costo computacional.

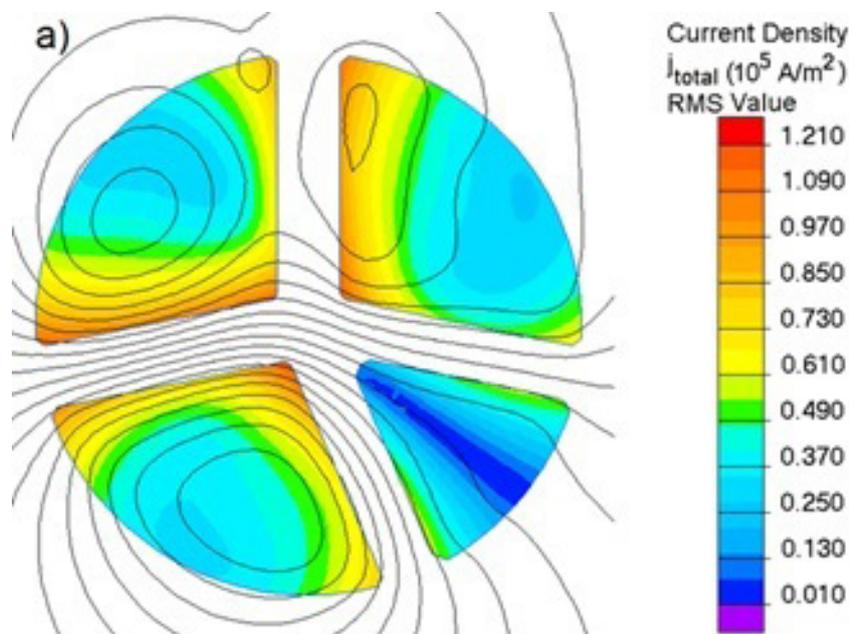
Implementación en el aula: apropiación de la tecnología

El tercer nivel de la metodología empleada consistió en la implementación del uso de software en la experiencia áulica. Este nivel fue logrado –al momento– en forma parcial debido a los tiempos naturales de los procesos involucrados. Acontece cuando los docentes adoptan que la utilización de la tecnología es imprescindible dentro de sus prácticas de aula y desarrollan, apoyados de los recursos tecnológicos y guiados por tutores, nuevas estrategias de enseñanza con la finalidad de incorporar el uso de software de modelado y simulación en la experiencia áulica. La apropiación de la tecnología es un proceso dinámico, sujeto a un esfuerzo progresivo y comprometido del docente.

En particular, en la asignatura Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas, el curso de formación docente redundó en la incorporación progresiva a partir de 2017 del uso del software SolidWorks Flow Simulation® en la experiencia áulica, de acuerdo al modelo TPACK. Se puso énfasis

en establecer cuáles son las aplicaciones típicas, las capacidades y también las limitaciones del código CFD, y se explicaron conceptos básicos del modelado numérico (dominio de estudio, condiciones de contorno e iniciales, generación del mallado y visualización de resultados). El contenido (en este caso, las ecuaciones gobernantes) había sido previamente desarrollado en su totalidad. Como caso de aplicación se estudió numéricamente el flujo de un gas en una tobera convergente-divergente para diferentes condiciones de operación (Landau, 1987). En forma más reciente, el uso de software en la prácticas áulicas fue además implementado durante el ciclo lectivo 2018 en la asignatura Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas, empleando en particular el software QuickField® (QuickField, a new approach for field modelling), de similares características que el Emworks EMS®, y sobre el cual el docente tenía experiencia previa. Como caso de aplicación, se estudió la distribución de la densidad de corriente en arreglos de conductores sometidos a corrientes poli-armónicas (figura 2).

Figura 2. Distribución de la densidad de corriente en un cable tetrapolar obtenido con el software QuickField®



Fuente: Elaboración propia

Instrumentos de evaluación

Los instrumentos que se han utilizado tradicionalmente para el diagnóstico del modelo TPACK han sido variados, siendo el más utilizado el cuestionario (Abbitt, 2014), la entrevista (Mouza, 2014), la observación no participativa (Gewerc, 2013). Para analizar la motivación e interés de los docentes de Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRVT en la aplicación del modelo TPACK, se diseñó y aplicó un cuestionario que constó de siete preguntas que cubren las tres dimensiones del conocimiento (TK–conocimiento tecnológico–, ítem 1; CK–conocimiento del contenido–, ítem 2; PK –conocimiento pedagógico–, ítem 3), sus interrelaciones (PCK–conocimiento pedagógico del contenido–, ítem 4; TCK–conocimiento tecnológico y del contenido–, ítem 5; TPK–conocimiento

pedagógico y tecnológico—, ítem 6) y su integración (TPACK –conocimiento tecnológico pedagógico del contenido—, ítem 7); tomando como referencia la escala de Likert de cuatro puntos (Gewerc, 2013). A los fines de enriquecer el cuestionario y estudiar la dependencia de los resultados con la antigüedad en el cargo docente, se pidió además a los docentes que completen los datos de edad y antigüedad en el cargo. El género de los docentes no constituyó una variable independiente a estudiar debido a que la composición del plantel docente de Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRVT es esencialmente masculino (~ 95 %). Diferencias significativas en las medias de algunas dimensiones del modelo TPACK referidas al género de los docentes fueron previamente reportadas (Roig Vila, 2015). El modelo de encuesta se muestra en el Anexo A-1. A los efectos de estimar la confiabilidad del instrumento empleado para cuantificar la percepción de los docentes, se calculó el coeficiente α de Cronbach (O' Dwyer, 2014).

De igual forma, a los efectos de evaluar preliminarmente la respuesta del alumnado ante esta nueva estrategia de enseñanza comparada con los cursos tradicionales, se pidió a los alumnos de la asignatura Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas del ciclo lectivo 2017, y Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas, que completen una breve encuesta de opinión (ver el Anexo A-2).

Resultados y discusión

Se ha obtenido una buena respuesta por parte de los docentes, habiendo completado los cursos de las asignaturas comprendidas en el proyecto la totalidad de estos. La participación de docentes y alumnos ha sido: 10 docentes y 3 alumnos en el primero, 3 docentes y 3 alumnos en el segundo, 2 docentes y 4 alumnos en el tercero y 3 docentes y 3 alumnos en el cuarto.

La encuesta fue dirigida a todos los docentes del ciclo de formación específica de Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRVT, incluyendo profesores a cargo de las asignaturas y ayudantes graduados y no graduados; hubieran o no tomado los cursos de formación docente. En particular, respondieron la encuesta 26 docentes, una cantidad que resulta representativa del universo de docentes objeto de este trabajo en la UTN-FRVT. El coeficiente α de Cronbach (O' Dwyer, 2014)

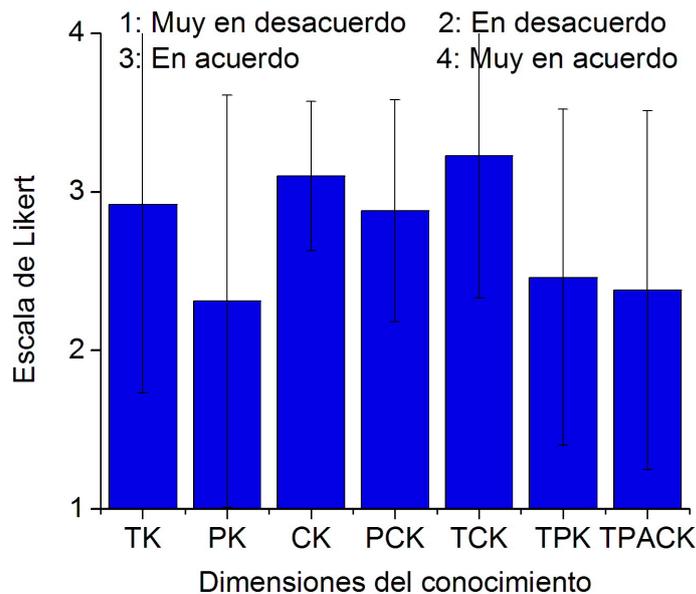
$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right),$$

Fuente: O' Dwyer, L. 2014

(donde k es el número de preguntas o ítems de la encuesta, S_i^2 es la varianza del ítem i y S_t^2 es la varianza de la suma de los ítems) arrojó un valor de 0.62, mostrando una razonable confiabilidad en el instrumento utilizado (Kruskal, W. 1952)

En la figura 3 se reflejan los resultados de las estadísticas descriptivas obtenidas para las siete dimensiones del conocimiento que caracterizan al cuerpo docente del ciclo de formación específica de Ingeniería Electromecánica de la UTN-FRVT. Los resultados incluyen a todos los docentes que respondieron el cuestionario, independientemente de si tomaron o no los cursos dictados en el marco de este proyecto.

Figura 3. Análisis descriptivo del cuestionario TPACK



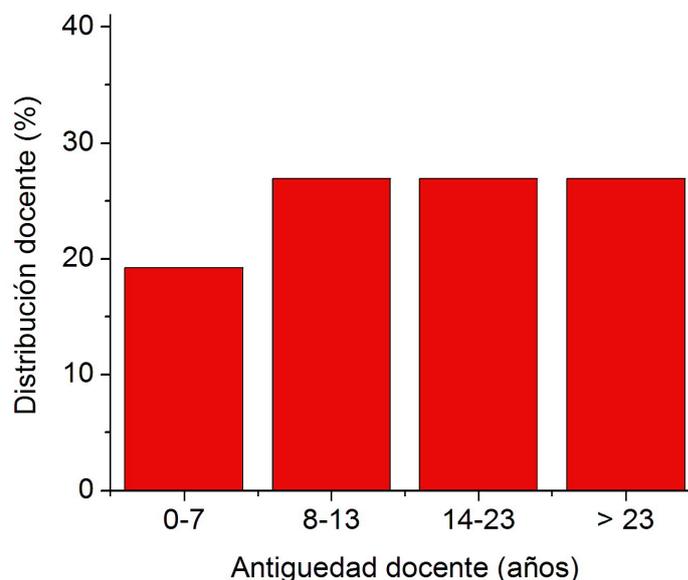
Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones fundamentales del modelo TPACK con mejores resultados son el conocimiento del contenido CK (Media $M = 3.1$; Desvío standard $SD = 0.47$) y el conocimiento tecnológico TK ($M = 2.92$; $SD = 1.2$). Los docentes (con un nivel de dispersión bajo 3.1 ± 0.47) responden que utilizan varios métodos y estrategias para impartir sus clases en el aula, pero existe una mayor diversidad de opiniones (2.92 ± 1.2) sobre el uso de software de modelado físico y simulación numérica para resolver problemas de ingeniería. Los resultados además indican que los docentes (con un grado de dispersión relativamente bajo) emplean enfoques pedagógicos de manera eficaz para guiar el pensamiento y aprendizaje de los alumnos en la asignatura que imparten (interrelación PCK, $M = 2.9$; $SD = 0.70$), pero la diversidad de opiniones aumenta acerca de si conocen software de modelado físico y simulación numérica en su área disciplinar (interrelación TCK, $M = 3.2$; $SD = 0.90$).

Por otro lado, la dimensión fundamental en la que los docentes obtienen el peor resultado es la de conocimientos pedagógicos PK ($M = 2.3$; $SD = 1.3$) al igual que la dimensión integral TPACK ($M = 2.4$; $SD = 1.1$), seguida muy de cerca por su interrelación con el conocimiento tecnológico TPK ($M = 2.5$; $SD = 1.1$). Los docentes responden con una gran disparidad de opiniones (2.4 ± 1.3)

que en general no han tomado cursos de didáctica docente para mejorar su formación pedagógica; pero, sin embargo (como fuera indicado), también consideran con un bajo nivel de dispersión (3.1 ± 0.47) que utilizan varios métodos y estrategias para impartir sus clases en el aula. Una gran diversidad de opiniones (2.4 ± 1.1) se presenta también respecto de si emplean software de modelado físico y simulación numérica en el dictado de sus asignaturas; y sobre si recibieron capacitación en software de modelado físico y simulación numérica para resolver problemas en la asignatura que imparten (2.5 ± 1.1). Este último grado de dispersión se debe en parte a que la encuesta incluye a todos los docentes que respondieron el cuestionario, y no solamente a aquellos que tomaron los cursos de formación docente dictados en el marco de este proyecto. El hecho de que los docentes del ciclo de formación específica de Ingeniería Electromecánica de la UTN-FRVT hayan obtenido el resultado más bajo en conocimiento TPACK, no hace sino reforzar la relevancia a nivel local del presente proyecto.

Figura 4. Composición por antigüedad docente de la muestra estudiada



Fuente: Elaboración propia

Además del análisis descriptivo del modelo TPACK, se compararon las medias de los distintos componentes del modelo TPACK para estudiar si había diferencias significativas según los años de experiencia docente de los encuestados. Para esto se utilizó el método no paramétrico de Kruskal-Wallis (Kruskal, 1952), que resulta adecuado para muestras no muy numerosas, en las cuales es dudosa la hipótesis de normalidad. La composición por antigüedad docente del grupo estudiado se muestra en la figura 4. Los docentes se clasificaron en cuatro subgrupos en función de la experiencia docente: entre 0 y 7 años, entre 8 y 13 años, entre 14 y 23 años y más de 23 años de experiencia. Una cantidad de 5 docentes ($\sim 13\%$ de la muestra) tiene una experiencia entre 0 y 7 años, 7 de ellos ($\sim 29\%$) entre 8 y 13 años de experiencia, 7 cuentan con una experiencia de entre 14 y 23 años y los

restantes 7 presentan más de 23 años de experiencia docente. La distribución de las medias junto a los desvíos estándar y los resultados del test de Kruskal-Wallis se muestra en la tabla I en función de la experiencia docente.

Según los resultados expresados en la tabla I, se encontró una influencia significativa de los años de experiencia sobre las dimensiones del conocimientos del modelo TPACK (al nivel de significación $p < 0.05$) para aquellas relacionadas con la pedagogía, tales como los conocimientos pedagógicos PK ($H = 9.33$, $p = 0.0252$) y la interrelación con el contenido PCK ($H = 9.57$, $p = 0.0226$). Sin embargo, no aparecen diferencias significativas en el resto de las dimensiones del modelo TPACK. En general, se puede decir que para los factores PK y PCK aparecen diferencias entre pocos y muchos años de experiencia en cuanto a conocimientos pedagógicos y su aplicación en la experiencia áulica.

Tabla I. Medias y test de Kruskal-Wallis según años de experiencia docente

Dimensiones modelo	Antigüedad docente (años)								Kruskal-Wallis	
	0-7		8-13		14-23		> 23		H	p
TPACK	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
TK	3.0	1.0	2.7	0.90	3.1	2.1	2.9	1.5	1.29	0.731
PK	1.0	0.0	3.0	1.0	2.1	1.1	2.6	1.6	9.33	0.0252
CK	2.3	0.3	3.1	0.48	3.3	0.57	2.9	0.14	4.70	0.195
PCK	1.6	0.3	3.1	0.48	3.4	0.29	3.0	0.33	9.57	0.0226
TCK	2.7	2.3	3.4	0.62	3.1	1.5	3.3	0.57	1.29	0.731
TPK	2.7	1.3	2.6	0.95	2.4	1.3	2.0	0.97	4.37	0.224
TPACK	2.7	2.3	2.3	0.57	2.9	1.5	2.3	1.2	1.37	0.712

Fuente: Elaboración propia

Respecto de la incipiente incorporación del software SolidWorks Flow Simulation® en la asignatura Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas (ciclo lectivo 2017) y Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas (ciclo lectivo 2018), las respuestas de los alumnos (10 en cada curso) a la encuesta de opinión diseñada para cuantificar su percepción sobre la aplicación de esta nueva tecnología a la experiencia áulica, arrojaron resultados muy favorables. Los alumnos encuestados demostraron en general motivación e interés en el conocimiento y utilización de software, y en particular muchos de ellos mencionaron la importancia del entrenamiento en tales TIC proyectado a su futura actividad profesional.

Conclusiones

Se ha utilizado el modelo TPACK para orientar a los docentes del ciclo superior de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Venado Tuerto-UTN, en la integración del paquete de software SolidWorks® a las prácticas áulicas en las áreas de mecánica, calor y fluidos y electromagnetismo

aplicado. Se ha realizado una selección y jerarquización de contenidos y se han organizado cursos de formación, que fueron dictados a los docentes de las áreas mencionadas. La implementación de esta tecnología en la experiencia áulica se dividió en tres niveles:

- Dictado de cursos de formación docente: acceso y adopción de la tecnología.
- Aseguramiento de una plataforma tecnológica adecuada.
- Implementación en el aula: apropiación de la tecnología.

Para evaluar la motivación e interés de los docentes en esta nueva estrategia de enseñanza, se ha utilizado como instrumento de evaluación un cuestionario que fue respondido por un total de 26 docentes, incluyendo profesores a cargo de las asignaturas y ayudantes graduados y no graduados; hubieran o no tomado los cursos de formación docente. Los docentes se clasificaron en cuatro subgrupos en función de su experiencia: entre 0 y 7 años, entre 8 y 13 años, entre 14 y 23 años y más de 23 años de experiencia. Los principales resultados indicaron:

1. Las dimensiones fundamentales del modelo TPACK con mejores resultados son el conocimiento del contenido CK y el conocimiento tecnológico TK.
2. El resultado menos favorable es el de conocimiento pedagógico PK al igual que dimensión integral TPACK, seguida muy de cerca por su interrelación con el conocimiento tecnológico TPK.
3. Se encontró un efecto significativo de los años de experiencia en los conocimientos del modelo TPACK (al nivel de significación $p < 0.05$) para la dimensión pedagógica PK y la interrelación con el contenido PCK. No aparecieron diferencias significativas en el resto de las dimensiones del modelo TPACK con la experiencia docente. Como resulta esperable, los factores PK y PCK mejoran conforme aumenta la experiencia docente.

La apropiación de la tecnología de software de modelado y simulación en la experiencia áulica en fase inicial se obtuvo en la asignatura Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas (ciclo lectivo 2017) y en Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas (ciclo lectivo 2018); en ambos casos se generó motivación e interés en el alumnado.

Referencias bibliográficas

- ABBITT, J. T. (2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education: A Review of Current Methods and Instruments, *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), pp. 281-300.
- CABERO ALMENARA, J.; MARÍN DÍAZ, V.; CASTAÑO GARRIDO, C. (2015). Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado. *Revista de innovación en educación*, pp.13-22.
- CUARTAS, M.; QUINTERO, V. (2014). La formación docente en el desarrollo de competencias digitales e informacionales a través del modelo enriquecido TPACK, CTS, ABP. En Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. pp. 4-5.
- FERZIGER, J. H.; PERIC M. (2002). *Computational methods for fluid dynamics*. Springer.

- GEWERC, A.; PERNAS, E.; VARELA, J. (2013). Conocimiento tecnológico-didáctico del contenido en la enseñanza de Ingeniería Informática: un estudio de caso colaborativo con la perspectiva del docente y los investigadores. *Revista de Docencia Universitaria*, 11, pp. 49-374.
- KOEHLER, M.; MISHRA P. (2007). Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In AACTE (Eds.). *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators*. New York: Routledge/Taylor & Francis Group for the American Association of Colleges of Teacher Education, pp. 3-30.
- KOEHLER, M.; SHIN, T.S. y MISHRA, P. (2012). How do we measure TPACK: let me count the ways. En R. R. Ronau, C. R. Rakes y M. L. Niess (eds.), *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches*. Hershey, PA: IGI Global, pp. 16-31.
- KRISTEN, K; MISHRA P, Chris F; LAURA T. (2013). What knowledge is of most worth: Teacher Knowledge for 21st Century Learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. 29(4). Michigan State University
- KRUSKAL, W. H.; WALLIS W. A. (1952). Use of ranks in one criterion analysis of variance, *J. Amer. Statist. Assoc.* 47, pp. 583-621.
- LANDAU, L.D.; LIFSHITZ E.M. (1987). *Fluids Mechanics*. Pergamon Press. pp. 397-401.
- MARÍN DÍAZ, V.; ROMERO LÓPEZ A. (2009). La formación docente universitaria a través de las TIC'S, Pixel-Bit, *Revista de Medios y Educación*, 35, pp. 97-103.
- MISHRA, P; KOEHLER, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), pp. 1017-1054.
- MISHRA, P; KOEHLER, M. (2012). Web de Punya Mishra. Retrieved 2012, Disponible en: http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler_tcr2006.pdf.
- MOUZA, C.; KARCHMER-KLEIN, R.; NANDAKUMAR, R.; OZDEN. S.; HU, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71, pp. 206-221.
- O' DWYER, L.; BERNAUER, J. (2014), "Quantitative research for qualitative research", London: Kogan Page, pp. 413-430.
- ONWUBOLU G. (2013). *Computer Aided Engineering Design with SolidWorks*. Imperial College Press.
- QuickField, a new approach for field modelling. Disponible en: <https://quickfield.com/>.
- ROIG-VILA, R.; MENGUAL-ANDRÉS, S; QUINTO-MEDRANO, P. (2015) Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares del profesorado de Primaria. *Comunicar*, 45, pp. 151-159.
- Solid Work Simulation. Instructor Guide. [http://www.solidworks.com/Solid Work Simulation](http://www.solidworks.com/SolidWorkSimulation). Solid Works Training. <http://www.solidworks.es/>.
- VERSTEERG, H. K.; MALASEKERA W. (2007). *An introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume*. Pearson.

Anexo

A-1 Cuestionario para evaluar la motivación e interés de los docentes en el uso de software en la

enseñanza de ingeniería

Califique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones en función de la siguiente escala (4: Muy en acuerdo, 3: en acuerdo, 2: en desacuerdo, 1 muy en desacuerdo).

Edad:

Antigüedad docente:

He utilizado software de modelado físico y simulación para resolver problemas de ingeniería.

1 2 3 4

Tengo varios métodos y estrategias para la enseñanza en el aula.

1 2 3 4

He tomado cursos de didáctica docente.

1 2 3 4

Selecciono enfoques docentes de manera eficaz para guiar el pensamiento y aprendizaje del alumnado en la asignatura en la que me desempeño.

1 2 3 4

Conozco algún software de modelado físico y simulación comercialmente disponible en el área de mi asignatura.

1 2 3 4

He recibido capacitación en el uso software de modelado numérico y simulación en el área de la asignatura en la que me desempeño.

1 2 3 4

Utilizo software de modelado físico y simulación para resolver problemas de ingeniería en mi asignatura.

1 2 3 4

A-2 Breve encuesta de opinión para evaluar la respuesta del alumnado ante la incorporación de software de modelado y simulación en las asignaturas Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas (ciclo lectivo 2017) y Redes de Distribución e Instalaciones Eléctricas (ciclo lectivo 2018).

¿Qué opinión le merece la incipiente incorporación de software de modelado y simulación para la resolución de problemas de la asignatura?

Compare la aplicación de esta nueva tecnología en la experiencia áulica respecto del curso tradicional.

Considera importante la implementación de software de modelado numérico y simulación para la resolución de problemas de ingeniería teniendo en cuenta su labor profesional futura.